幫水稻把脈看氣色

◎農場組 陳烈夫 楊清祥
農藝組 卓緯玄 呂秀英

一、前 言

作物生長相是指作物在一個時期內其器官外形及結構之表現；生長勢則是指作物器官外形及結構連續變化之生長趨勢情形。作物種類不同，所需要之環境條件便不相同；即使同品種作物，在不同發育階段所需要之環境條件也不盡相同。由於各環境因子之質與量，對作物生長相及生長勢的影響不同，而導致作物產量及品質有所差異。作物能否達到高產優質，與這些差異或變化之發生、發生之時期、以及變化之程度都有密切關係。若能及早知悉這種趨勢變化，將有助於及時改變栽培技術措施以調控作物之發育，或在施肥技術上採取適當之措施，避免作物生長不良。因此，如何幫作物把脈觀氣色，以掌握先機，對農業生產應用具有實質之意義。

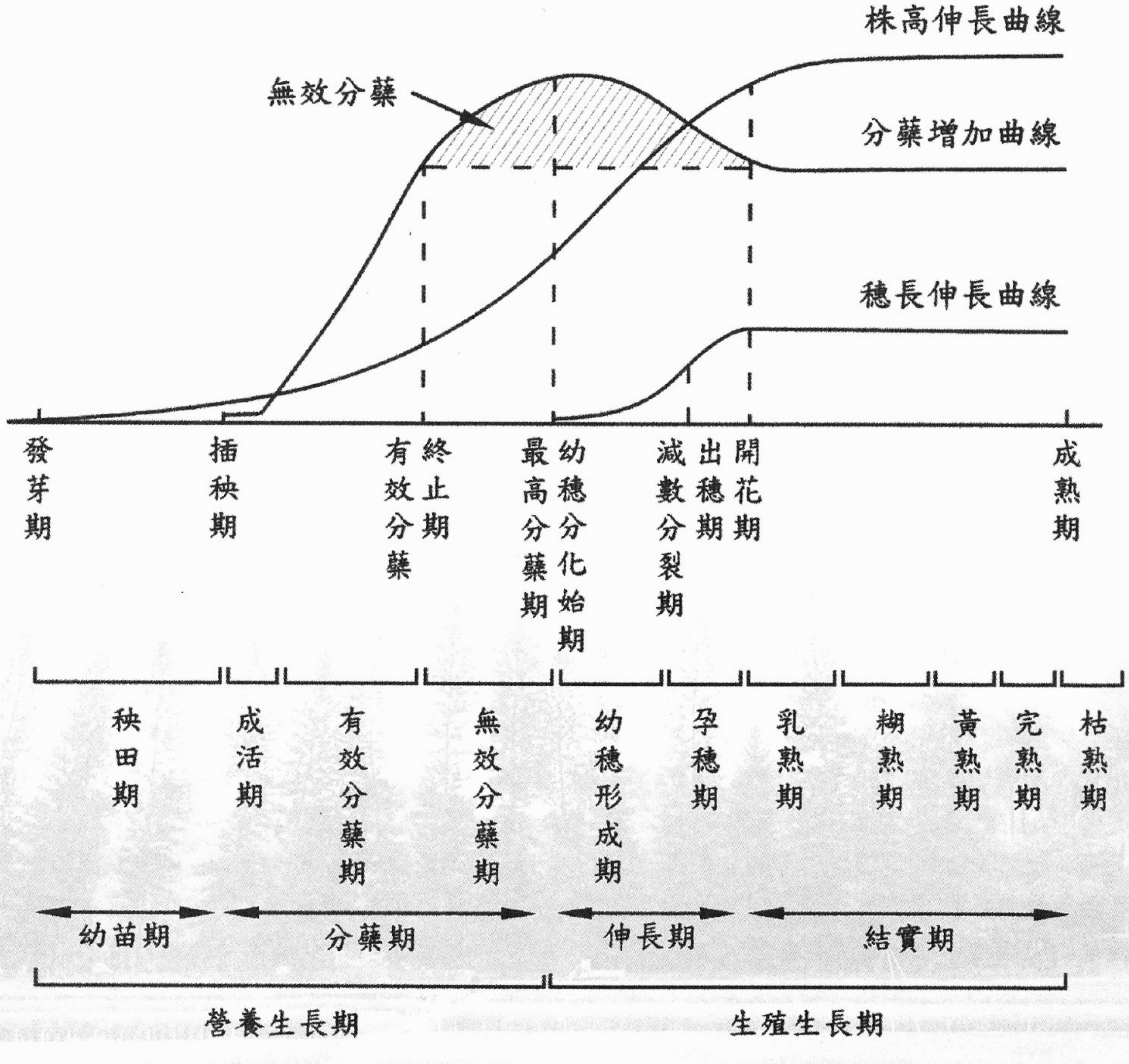
二、水稻的一生

水稻的一生可劃分爲營養生長及生殖生長兩個時期（圖一）。水稻營養生長只生長根、莖、葉，又可細分爲幼苗期及分蘗期，其最大特徵是分蘗的增加，一般將分蘗終止作爲營養生長結束之標誌。水稻生殖期是植株繁殖後代之時期，包括伸長期及結實期，從幼穗分化到開花授粉、籽粒充實，其最大特徵是穗的形成。水稻一生約有 100-170 天左右，各生育期之生長相及生長勢均具有階段性的變化，分述如下：

1. 幼苗期之生長發育

水稻種子由胚和胚乳組成，外面包著內、外穎。胚由胚芽、胚軸、胚根和子葉等部份組成。胚芽包括胚芽鞘、兩片幼葉、一葉原基及一生長點，於發芽後分別成爲秧苗之鞘葉、不完全葉和第 1、2 完全葉及主莖；胚根發芽後長成種子根，子葉包括內子葉及外子葉。稻種發芽時芽鞘先伸出土面稱爲鞘葉，呈圓筒狀，不具有葉片及葉綠素，隨後緊接著伸出的是一片不完全葉，其葉片很小，具有葉綠素；出苗 2-3 天後長出第 1 片完全葉，再過 2-3 天長出第 2 片完全葉，待第 3 片完全葉完全展開時稱爲 3 葉期。稻種發芽時最先由胚根向下伸長形成種子根，吸收養份及水份，然後從胚軸之芽鞘節上開始發根，共有 5 根，在秧苗生長初期起立苗作用。從 3 葉期開始，依次從不完全葉節及完全葉節上發根，稱之爲不定根。稻種萌發時從種子發芽到長出第 3 片完全葉前，秧苗主

作者：陳助理研究員烈夫
聯絡電話：04-23302301-780



圖一、水稻的一生

要依靠胚乳供給養份生長，到第 3 片完全葉長成時，胚乳中的養份已消耗將盡，此後主要靠根系從土壤中直接吸收養份，幼苗期至此結束。

2. 分蘗期之生長發育

分蘗期的特點是主莖上長出分蘗，營養器官生長迅速，這一階段是決定穗數的重要時期，同時亦是強健莖稈、成穗奠定物質基

礎之時期。水稻基部之莖節，稱之爲分蘗節。每一莖節長一片葉，葉腋裡有一分蘗芽，可發育成分蘗，著生分蘗之葉位稱爲蘗位，由主莖上發生之分蘗稱爲一級分蘗，從一級分蘗上長出之分蘗稱爲二級分蘗，以此類推可產生多級分蘗。主莖長出第 4 片葉時開始發生分蘗，第n片葉出生時，於第n-3片葉腋發生分蘗，這一規律稱爲「葉蘗同伸規律」。分蘗發生越早，分蘗上之葉片數愈多，成穗的可能性愈大；反之，分蘗發生愈晚，成穗的可能性愈小。因此，促使分蘗早發，可達到增穗之效果。

3. 伸長期之生長發育

水稻分蘗末期莖節開始伸長、幼穗分化，直到地上部份節間伸長完畢，稻穗抽出稱爲伸長期。一般經歷 25-35 天左右，稻穗各發育時期與其他器官之生長具相關性，一般可根據葉齡指數、葉齡餘數、葉枕距、出穗期、幼穗長度等，推斷稻穗發育過程及決定田間管理措施之依據。

4. 結實期之生長發育

水稻從抽穗、開花、受精到成熟的階段稱爲結實期，是最後決定粒數、粒重及最終形成產量之時期。花粉粒充實成熟後 2-3 天稻穗即伸出劍葉之葉鞘，通常全穗出齊約需 3-5 天，始穗至齊穗約需 5-8 天。在正常情況下，稻穗抽出後當天或 1-2 天即陸續開花，開花的全部過程約 2.5-10 小時。稻在開穎前後進行自花授粉，在自然條件下異花授粉率極低。開花後 6-7 天，米粒即可達最大長度，8-10 天後達最大寬度，此時子房內充滿白色乳狀物質，稱爲乳熟期；開花後 16-18 天後，米粒外型已基本定型，胚乳中之澱粉增加，且漸趨硬化是爲黃熟期；以後米粒水分繼續減少直至堅硬爲完熟期。

水稻在抽穗後，子粒中累積之乾物質有三分之二以上是由抽穗後之葉片進行光合作用直接提供的，其餘由抽穗前蓄積在莖、鞘中之貯藏物質轉運而來，故在這段時期，凡是能增強根系活力、延長莖葉壽命、提高葉片光合能力、促進物質向穗部轉運之因素，都有利於增加稻穀產量。

三、觀稻葉看氣色

水稻葉片呈長披針形，葉上均勻分佈著許多平行之縱走脈紋，中央爲主脈，兩側爲平行脈，大小維管束相間排列。縱走脈紋之間有橫走之維管束相通。維管束不僅具輸導作用，且有支撐葉片之功能。葉脈間有薄壁細胞組織，內含葉綠素，是光合作用之中心。內縱向葉脈間分佈通氣組織與葉表皮組織之氣孔相通，進行二氧化碳和氧氣之交換。縱走之維管束直通至葉尖，當夜晚氣溫低，葉面蒸散減弱時，根系吸收之水份量大於消耗量，水份常由葉尖水孔溢出成水珠，水珠出現之早遲、大小，在生產上常被用來診斷根系活力之指標。而水稻葉片之特徵診斷分述如下：

1. 綠色葉片數

在分蘗期生長之近根葉，壽命較短，主稈綠葉數一般只維持4葉（包括心葉在內），第 5 葉則變黃枯死，倘若此時期的綠葉數不足 4 片，分蘗將大受影響；伸長期前後所長出之莖生葉，壽命較長，綠葉數一般應保持 4-5 片葉；至孕穗及抽穗期，主稈保持之綠葉數應與伸長節間數相等，即 5 個伸長節間之

品種，其主莖稈上應保持 5 片綠色葉片，綠葉數少於節間數，則顯示根系早衰，莖基部之抗倒性下降，可見抽穗至成熟期間應儘可能保持有較多之綠葉數。

2. 葉色

不同生理年齡層之葉片，其葉色以至功能均有較大之差別。劍葉葉色淡而不勻，光合效率低，產物留給自身不輸出；其下部位之頂 2 葉，葉色加深，全葉葉色均勻，光合功能強，產物有明顯之積累；頂 3 葉葉色進一步加深，光合功能最強，貯藏之澱粉量最多，澱粉粒最大，積累之養份漸漸開始輸出；頂 4 葉與頂 3 葉光合功能相近，澱粉開始大量分解，輸向正在生長之新器官中，因此該葉之葉色，在各葉中處於不穩定狀態，受到營養及受光條件之影響而有較大之變化，倘若氮之營養及受光條件良好，則葉端不現褪淡而葉色保持深綠，反之葉端現黃且葉色褪淡開始表現衰老。

通常將頂 4 葉與頂 3 葉相互比較，作爲診斷之天然比色卡：兩葉葉色相當，表示生長正常；頂 4 葉淡於頂 3 葉，表示缺肥或受光不足衰老之反映；頂 4 葉深於頂 3 葉，表示氮素過多。這一指標在分蘗末期、伸長期、抽穗期作爲營養診斷非常實用。一般來說，頂5葉進入功能衰退期，葉色褪淡現黃，甚至枯亡。如果頂 4 葉能保持旺盛之光合功能，頂 5 葉或頂 6 葉可以延緩衰老，在孕穗至抽穗期間仍能維持一定之光合及輸出功能，是營養供給良好之形態特徵。

3. 葉長

葉之長度因品種與施肥條件不同而有差異。在稻的一生中，各葉之長短有規律性的變化，莖生葉的長度長於近根葉。水稻進入分蘗期後，在正常營養條件下，新長出之葉片一般比下一葉增長 20-30 %。到分蘗末期，葉片之長度明顯增長，新生葉一般要比其下葉增長 50 % 以上，其葉片比較挺立，當第一莖生葉抽出下一葉葉鞘時，稱爲飄長葉；各莖生葉之長度，除最上一葉之劍葉較短外，其餘各葉之長度受肥料條件之影響而有很大之變化，都有可能成爲莖生葉中最長的一片。而各莖生葉片之不同長度組成，對於無效分蘗之發生、壯稈之形成、以及每穗穎花數和結實率乃至粒重等，都有重大之影響。

4. 葉形

主要在近根葉與莖生葉的形態上之差異，近根葉之葉緣平滑一直到葉尖端，莖生葉之葉緣到接近葉尖不遠處往往出現收縮狀，使葉端部呈葫蘆狀，稱爲葫蘆葉。同一品種在分蘗末至孕穗前之施肥條件控制不同，葫蘆葉收縮之表現程度也不相同。

5. 葉鞘之長度與葉枕距

分蘗期各葉葉鞘長度依次漸進增加，上下兩葉葉枕之間距離稱爲葉枕距。分蘗期間各葉之葉枕距較小，一般在 1-2mm 之間；到伸長期以後，莖生葉之葉枕距明顯拉開。一般而言各葉之葉枕距應爲正值，如出現負或零值，植株即表現爲矮縮僵苗狀態。不過正常情況下，最基部伸長節間之莖生葉鞘及其下一葉之變形葉鞘，由於其葉鞘長度往往相近，致葉枕距近於零值，此可作爲診斷伸長期及幼穗分化期之輔助指標。

6. 葉鞘解剖之碘液染色程度

瞭解水稻植體所含之氮素是否充足或缺乏，有利於施肥之判斷。一般常用碘液染色

法，於水稻伸長中期取頂 3 葉葉鞘作縱向解剖，用碘化鉀溶液染色，觀察其全葉鞘染色程度：若染色部分低於葉鞘全長的二分之一，表示生長過於旺盛之反應；染色部分佔二分之一至三分之二之間，表示生長正常之反應；染色部分超過三分之二長度時，表示氮素開始短缺；染色部分超過五分之四，表示嚴重缺氮之反應。其原理為葉鞘的薄壁細胞具有貯藏澱粉的作用。水稻分蘗期以營養生長為主，氮素代謝旺盛，光合產物絕大多數較快地直接輸向各部位新生器官，葉期的貯藏功能相對較小；到達伸長期以後，植株轉向生長莖稈及穗部，碳代謝明顯增強，體內有較多的碳水化合物及澱粉累積，而有利於形成強健的莖稈，並為抽穗開花後籽粒充實的起始，蓄積了充足的物質貯備，因此變形葉鞘的貯藏作用顯著增大。就單葉之葉鞘而言，澱粉累積是從葉鞘基部先開始的，基部的累積量高於中上部位，莖生葉各個葉鞘之澱粉蓄積量是由下而上依次增大，在抽穗期以上部位的 3-4 葉的葉鞘中澱粉貯藏量最多，澱粉粒最大。然而，伸長至抽穗期植株體內的氮素含量常會影響葉鞘及莖稈內之澱粉累積量，過高的氮素含量，其光合產物大量地轉化為含氮化合物，用於新生器官旺盛生長，使無效分蘗增多且葉片及莖稈拉長，導致葉鞘的澱粉含量低，葉鞘乾重變輕。

四、對症下藥-肥料帖

1. 基肥

本省稻作栽培的氮肥施用以基肥及分蘗期追肥約各佔一半，此種過於重視生育初期之施肥方式，值得多加檢討。因現今以施用化學肥料為主，肥效性很快，容易被吸收及分解，使水稻在生長初期的生育過於旺盛，無效分蘗增加。

2. 最高分蘗期前之追肥

此時施肥之目的以增加一株穗數為主。如欲增加穗數或使穗數達到一定標準以上，通常在生育前期需施用過半量之肥料。移植後分蘗愈早者其對產量之貢獻亦愈大，故欲增加穗數，需在分蘗盛期前施用肥料，過遲之追肥反而有害。通常在最高分蘗期前 10-15 天左右為有效分蘗終止期，故最遲宜在最高分蘗前 25 天施用完畢。

3. 幼穗形成期之施肥或穗肥

此時施肥之目的以增加一穗粒數為主。自穗頸分化至穎花分化期間，如果肥料不足會影響到幼穗之分化，故在此時期追施適當肥料，一穗粒數可得到顯著之增加。

4. 齊穗期之施肥或實肥

其目的在增加成熟期間穀粒之充實。水稻自出穗後之成熟期間，其光合作用所產生之澱粉轉移到穀粒者約佔穀粒中澱粉總量之三分之二，亦即產量約有三分之二需靠成熟期間之同化作用，因此出穗後水稻光合成作用之大小，支配了產量之高低。

一般研究發現，肥料之吸收時期較吸收量對產量之影響力更大。松島省三（1960）認為水稻之主要施氮時期可分為四期：（1）在分蘗盛期以增加穗數，（2）在頸節發生期以增加穎花數目，（3）在細胞減數分裂期以防穎花之退化及增加穀實之體積，（4）在齊穗期為求提高結實率。土壤間在供給與保存氮素能力上大有差別：若土壤氮素供給豐富，在生長各期施用是不必要的；若土壤供

應氮素中等，在生殖初期施肥一次即足夠；若土壤有效性氮素貧乏，在種植期及幼穗期都需要施肥。水稻對氮素之需要有兩個高峰時期：營養器官生長早期及抽穗初期，因此在氣候溫暖地區宜多分兩次施用，一次在種植期，另一次在抽穗開始期。綜言之，若施肥之程度能使水稻生育各期之末期略呈缺肥狀態，則稻株在生育各期就能保持健康狀態。

五、結　論

作物之生長相及生長勢，並非單純的生理反應及形態結構上之變化，而是有順序且連續不斷演進之綜合結果。因此，在作物育種及栽培方面，生長相及生長勢之特性探討是相當重要且複雜的課題。水稻是我國重要糧食作物，維持優質之生長相及生長勢，對農業生產具有實質之意義。所謂預防勝於治療，若能及早由水稻葉片之特徵診斷，預知水稻生長相及生長勢的變化趨勢，以有效掌控肥培管理，達到高產優質之目的。

六、參考文獻

朱鈞。1975。科學農業 23：104-107。

汪呈因。1974。稻作學與米。徐氏基金會。

林明華。1973。中華農業研究 23：176-197。

凌啓鴻。1983。中國農業科學 1：1-12。

凌啓鴻。1991。水稻葉齡模式的應用。江蘇科學出版社。

凌啓鴻、張洪程、蘇祖芳、凌勵。1994。稻作新理論-水稻葉齡模式。科學出版社。

陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江。1996。臺灣水稻產量的一些生理問題。稻作生產改進策略研討會專刊。79-88 頁。臺灣省農業試驗所特刊第 59 號。

郭華仁、朱鈞。1980。科學農業 28：327-333。

蔡文福。1964。科學農業 12：233-241。